

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.



Date of Application: April 7, 2000

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2000-107076

Applicant(s) FUJITSU LIMITED

June 29, 2000

Commissioner,
Patent Office

Takahiko Kondo (Seal)

Certificate No.2000-3050536

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application

Applicant: Okamoto et al.

Serial No. 09/588,923

Filed: June 6, 2000

For: MAGNETIC RECORDING
MEDIUM AND MAGNETIC
STORAGE APPARATUS

Art Unit: 1773



I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as FIRST-CLASS mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on this date.

5 Oct 00

Date
F-CLASS.WCM

Appr. February 20, 1998

Registration No. 29367

Attorney for Applicant

CLAIM FOR PRIORITYAssistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2000-107076

Filed: April 7, 2000

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By

Patrick G. Burns
Reg. No. 29,367

October 5, 2000
Sears Tower - Suite 8660
233 South Wacker Drive
Chicago, IL 60606
(312) 993-0080

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application: 2000年 4月 7日

出願番号

Application Number: 特願2000-107076

出願人

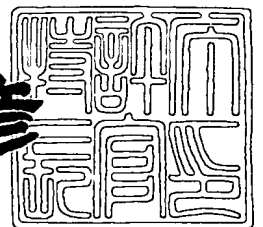
Applicant(s): 富士通株式会社



2000年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3050536

【書類名】 特許願

【整理番号】 0050982

【提出日】 平成12年 4月 7日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G11B 5/66

【発明の名称】 磁気記録媒体及び磁気記憶装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 岡本 巖

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 ノエル アバラ

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 溝下 義文

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第161329号

【出願日】 平成11年 6月 8日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704678

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体及び磁気記憶装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 1 つの交換層構造と、

該交換層構造上に設けられた磁性層とを備え、

該交換層構造は、強磁性層と、該強磁性層上で、且つ、該磁性層下に設けられた非磁性結合層とからなり、

該強磁性層及び該磁性層は互いに磁化方向が反平行であり、

該非磁性結合層は、元素又は合金 M 3 が添加された R u - M 3 なる合金からなり、該非磁性結合層とその上下の該磁性層と該強磁性層との格子不整合を M 3 の添加により約 6 % 以下に調整されていることを特徴とする、磁気記録媒体。

【請求項 2】 少なくとも 1 つの交換層構造と、

該交換層構造上に設けられた磁性層とを備え、

該交換層構造は、強磁性層と、該強磁性層上で、且つ、該磁性層下に設けられた非磁性結合層とからなり、

該強磁性層及び該磁性層は互いに磁化方向が反平行であり、

該非磁性結合層は、R u - M 3 なる合金からなり、M 3 = C o , C r , F e , N i , M n 又はこれらの合金からなることを特徴とする、磁気記録媒体。

【請求項 3】 前記 M 3 なる元素の R u への添加量は、C o の場合は 5 0 a t % 以下、C r の場合は 5 0 a t % 以下、F e の場合は 6 0 a t % 以下、N i の場合は 1 0 a t % 以下、M n の場合は 5 0 a t % 以下に選定されていることを特徴とする、請求項 2 記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】 前記非磁性結合層は、0. 4 ~ 1. 0 n m の範囲内で選定された膜厚を有する、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】 前記強磁性層は、C o , N i , F e , N i 系合金、F e 系合金、及び C o C r T a , C o C r P t , C o C r P t - M 2 を含む C o 系合金からなるグループから選択された材料からなり、M 2 = B , M o , N b , T a , W , C u 又はこれらの合金である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 前記磁性層は、Co、及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-M4を含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M4=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金である、請求項1～5のいずれか1項記載の磁気記録媒体。

【請求項7】 請求項1～6のいずれか1項記載の磁気記録媒体を少なくとも1つ備えた磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は磁気記録媒体及び磁気記憶装置に係り、特に高密度記録に適した磁気記録媒体及び磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気ディスク等の水平磁気記録媒体の記録密度は、媒体ノイズの低減及び磁気抵抗効果型ヘッド及びスピバルブヘッドの開発により、著しく増大した。代表的な磁気記録媒体は、基板と、下地層と、磁性層と、保護層とがこの順序で積層された構造を有する。下地層は、Cr又はCr系合金からなり、磁性層は、Co系合金からなる。

【0003】

媒体ノイズを低減する方法は、今までに各種提案されている。例えば、Okamoto et al., "Rigid Disk Medium For 5 Gbit/in² Recording", AB-3, Intermag '96 Digestには、CrMoからなる適切な下地層を用いて磁性層の膜厚を減少させることで、磁性層の粒子サイズ及びサイズ分布を減少させることが提案されている。又、米国特許第5,693,426号では、NiAlからなる下地層を用いることが提案されている。更に、Hosoe et al., "Experimental Study of Thermal Decay in High-Density Magnetic Recording Media", IEEE Trans. Magn. Vol. 33, 1528 (1

997) では、CrTi からなる下地層を用いることが提案されている。上記の如き下地層は、磁性層の面内配向を促し残留磁化及びビットの熱安定性を増加させる。磁性層の膜厚を減少させて、解像度を高くする、或いは、書き込まれたビット間の遷移幅を減少させることも提案されている。更に、CoCr 系合金からなる磁性層のCr 偏析を促進させ、粒子間の交換結合を減少させることも提案されている。

【0004】

しかし、磁性層の粒子が小さくなり互いに磁氣的により孤立するにつれ、書き込まれたビットは、線密度に応じて増加する減磁界と熱活性化とにより不安定になる。Lu et al., "Thermal Instability at 10 Gbit/in² Magnetic Recording", IEEE Trans. Magn. Vol. 30, 4230 (1994) では、マイクロマグネティックシミュレーションにより、直径が10nmで400kfc iビットでKu V/ kB T ~ 60 なる比の各粒子の交換結合を抑制された媒体では、大幅な熱的ディケイを受けやすいことが発表されている。ここで、Ku は磁気異方性の定数、V は磁性粒子の平均体積、kB はボルツマン定数、T は温度を示す。尚、Ku V/ kB T なる比は、熱安定性係数とも呼ばれる。

【0005】

Abarra et al., "Thermal Stability of Narrow Track Bits in a 5 Gbit/in² Medium", IEEE Trans. Magn. Vol. 33, 2995 (1997) では、粒子間の交換相互作用の存在が書き込まれたビットを安定化させることが、5 Gbit/in² のCoCrPtTa/ CrMo媒体のアニールされた200kfc iビットのMFM (磁気間力顕微鏡) 解析により報告されている。ところが、20 Gbit/in² 以上の記録密度では、更なる粒子間の磁氣的結合の抑制が必須となる。

【0006】

これに対する順当な解決策は、磁性層の磁気異方性を増加させることであった。しかし、磁性層の磁気異方性を増加させるには、ヘッドの書き込み磁界に大き

な負荷がかかってしまう。

【0007】

又、熱的に不安定な磁気記録媒体の保磁力は、He et al., "High Speed Switching in Magnetic Recording Media", J. Magn. Magn. Mater. Vol. 155, 6 (1996) において磁気テープ媒体について、そして、J. H. Richter, "Dynamic Coercivity Effects in Thin Film Media", IEEE Trans. Magn. Vol. 34, 1540 (1997) において磁気ディスク媒体について報告されているように、スイッチ時間の減少に応じて急激に増加する。このため、データ速度に悪影響が生じてしまう。つまり、磁性層にどれくらい速くデータを書き込めるか、及び、磁性粒子の磁化を反転させるのに必要なヘッドの磁界強度が、スイッチ時間の減少に応じて急激に増加する。

【0008】

他方、熱安定性を向上させる他の方法として、磁性層の下基板に適切なテクスチャ処理を施すことにより、磁性層の配向率を増加させる方法も提案されている。例えば、発行中のAkimoto et al., "Magnetic Relaxation in Thin Film Media as a Function of Orientation", J. Magn. Magn. Mater. (1999) では、マイクロマグネティックシミュレーションにより、実効的な $K_u V / k_B T$ 値が配向率の僅かな増加により増大することが報告されている。この結果、Abarra et al., "The Effect of Orientation Ratio on the Dynamic Coercivity of Media for $>15 \text{ Gbit/in}^2$ Recording", EB-02, Intermag '99, Korea において報告されているように、磁気記録媒体のオーバーライト性能を向上する保磁力の時間依存性をより弱めることができる。

【0009】

更に、熱安定性を向上するための、キーパ磁気記録媒体も提案されている。キ

ーパ層は、磁性層と平行な軟磁性層からなる。この軟磁性層は、磁性層の上又は下に配置される。多くの場合、Cr 磁気絶縁層が軟磁性層と磁性層との間に設けられる。軟磁性層は、磁性層に書き込まれたビットの減磁界を減少させる。しかし、磁気記録層と連続的に交換結合する軟磁性層の結合により、磁性層の粒子の減結合という目的が達成されなくなってしまう。その結果、媒体ノイズが増大する。

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減する方法は、様々なものが提案されている。しかし、提案されている方法では、書き込まれたビットの熱安定性を大幅に向上することはできず、このため、媒体ノイズを大幅に減少させることは難しいという問題があった。更に、提案方法によっては、媒体ノイズを低減するための対策のために、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼしてしまうという問題もあった。

【0 0 1 1】

具体的には、熱安定性の高い磁気記録媒体を得るためには、(i) 磁気異方性定数 K_u を増加させる、(ii) 温度 T を減少させる、又は、(iii) 磁性層の粒子体積 V を増加させる等の対策が考えられる。しかし、対策 (i) では保磁力が増加してしまい、磁性層に情報を書き込むことがより難しくなってしまう。他方、対策 (ii) は、例えばディスクドライブ等の動作温度が 60°C を超えることがあることを考えると、非実用的である。更に、対策 (iii) は、前記の如く媒体ノイズを増加させてしまう。又、対策 (iii) に代わって、磁性層の膜厚を増加させることも考えられるが、この方法では解像度が低下してしまう。

そこで、本発明は、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行えると共に、特に磁性層の面内配向性の向上により記録分解能の向上が可能な磁気記録媒体及び磁気記憶装置を提供することを目的とする。

【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段】

上記の課題は、少なくとも1つの交換層構造と、該交換層構造上に設けられた磁性層とを備え、該交換層構造は、強磁性層と、該強磁性層上で、且つ、該磁性層下に設けられた非磁性結合層とからなり、該強磁性層及び該磁性層は互いに磁化方向が反平行であり、該非磁性結合層は、元素又は合金M3が添加されたRu-M3なる合金からなり、該非磁性結合層とその上下の該磁性層と該強磁性層との格子不整合をM3の添加により約6%以下に調整されていることを特徴とする磁気記録媒体によって達成される。本発明によれば、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行えと共に、特に磁性層の面内配向性の向上により記録分解能の向上が可能な磁気記録媒体を実現できる。

【0013】

上記の課題は、少なくとも1つの交換層構造と、該交換層構造上に設けられた磁性層とを備え、該交換層構造は、強磁性層と、該強磁性層上で、且つ、該磁性層下に設けられた非磁性結合層とからなり、該強磁性層及び該磁性層は互いに磁化方向が反平行であり、該非磁性結合層は、Ru-M3なる合金からなり、M3=Co, Cr, Fe, Ni, Mn又はこれらの合金からなることを特徴とする磁気記録媒体によっても達成される。本発明によれば、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行えと共に、特に磁性層の面内配向性の向上により記録分解能の向上が可能な磁気記録媒体を実現できる。

【0014】

前記M3なる元素のRuへの添加量は、Coの場合は50at%以下、Crの場合は50at%以下、Feの場合は60at%以下、Niの場合は10at%以下、Mnの場合は50at%以下に選定されていても良い。

【0015】

前記非磁性結合層は、0.4～1.0nmの範囲内で選定された膜厚を有する構成としても良い。

【0016】

前記強磁性層は、Co、Ni、Fe、Ni系合金、Fe系合金、及びCoCr

Ta、CoCrPt、CoCrPt-M2を含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M2=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金であっても良い。

【0017】

前記磁性層は、Co、及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-M4を含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M4=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金であっても良い。

【0018】

上記の課題は、上記のいずれかの構成の磁気記録媒体を少なくとも1つ備えた磁気記憶装置によっても達成できる。本発明によれば、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行えると共に、特に磁性層の面内配向性の向上により記録分解能の向上が可能な磁気記憶装置を実現できる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を図面と共に説明する。

【0020】

【実施例】

先ず、本発明の動作原理を説明する。

【0021】

本発明は、互いに反平行である磁化構造を有する複数の層を用いるものである。例えば、S. S. P. Parkin, "Systematic Variation of the Strength and Oscillation Period of Indirect Magnetic Exchange Coupling through the 3d, 4d, and 5d Transition Metals", Phys. Rev. Lett. Vol. 67, 3598 (1991)においては、Ru、Rh等の薄い非磁性中間層を介して磁性層に結合するCo、Fe、Ni等の磁気遷移金属が説明されている。他方、米国特許第5,701,223号公報には、センサの安定

化のために、上記の如き層を積層されたピニング層として用いるスピバルブが提案されている。

【 0 0 2 2 】

2つの強磁性層の間に設けられたRu又はRh層が特定の膜厚を有する場合、強磁性層の磁化方向を互いに平行又は反平行にすることができる。例えば、互いに異なる膜厚で磁化方向が反平行である2つの強磁性層からなる構造の場合、磁気記録媒体の有効粒子サイズは、解像度に実質的な影響を及ぼすことなく増加させることができる。このような磁気記録媒体から再生された信号振幅は、逆方向の磁化により減少するが、これに対しては、積層磁性層構造の下に、適切な膜厚及び磁化方向の層を更に設けることで、1つの層による影響を打ち消すことができる。この結果、磁気記録媒体から再生される信号振幅を増大させ、且つ、実効粒子体積を増大させることができる。従って、熱安定性の高い書き込まれたビットを実現することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明は、磁性層を他の強磁性層と逆の磁化方向で交換結合させるか、或いは、積層フェリ磁性構造を用いることにより、書き込まれたビットの熱安定性を向上させる。強磁性層又は積層フェリ磁性構造は、交換-減結合された粒子からなる磁性層からなる。つまり、本発明は、磁気記録媒体の熱安定性の性能を向上させるために、交換ピニング強磁性層又はフェリ磁性多層構造を用いる。

【 0 0 2 4 】

図1は、本発明になる磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図である。

磁気記録媒体は、非磁性基板1、第1のシード層2、NiP層3、第2のシード層4、下地層5、非磁性中間層6、強磁性層7、非磁性結合層8、磁性層9、保護層10及び潤滑層11が、図1に示すようにこの順序で積層された構造を有する。

【 0 0 2 5 】

例えば、非磁性基板1は、Al、Al合金又はガラスからなる。この非磁性基板1は、テクスチャ処理を施されていても、施されていなくても良い。第1のシード層2は、特に非磁性基板1がガラスからなる場合には、例えばNiPからな

る。NiP層3は、テクスチャ処理又は酸化処理を施されていても、施されていなくても良い。第2のシード層4は、下地層5にNiAl, FeAl等のB2構造の合金を用いた場合の下地層5の(001)面又は(112)面の配向を良好にするために設けられている。第2のシード層4は、第1のシード層2と同様な適切な材料からなる。

【0026】

磁気記録媒体が磁気ディスクの場合、非磁性基板1又はNiP層3に施されるテクスチャ処理は、ディスクの周方向、即ち、ディスク上のトラックが延在する方向に沿って行われる。

【0027】

非磁性中間層6は、磁性層9のエピタキシャル成長、粒子分布幅の減少、及び磁気記録媒体の記録面と平行な面に沿った磁性層9の異方性軸（磁化容易軸）の配向を促進するために設けられている。この非磁性中間層6は、CoCr-M等のhcp構造を有する合金からなり、1～5nmの範囲に選定された膜厚を有する。ここで、M=B, Mo, Nb, Ta, W又はこれらの合金である。

【0028】

強磁性層7は、Co、Ni、Fe、Co系合金、Ni系合金、Fe系合金等からなる。つまり、CoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金を、強磁性層7に用いることができる。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W又はこれらの合金である。この強磁性層7は、2～10nmの範囲に選定された膜厚を有する。非磁性結合層8は、Ru、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金等からなる。例えば、この非磁性結合層8は、0.4～1.0nmの範囲に選定された膜厚を有し、好ましくは約0.6～0.8nmの膜厚を有する。非磁性結合層8の膜厚をこのような範囲に選定することにより、強磁性層7及び磁性層9の磁化方向が互いに反平行となる。強磁性層7及び非磁性結合層8は、交換層構造を構成する。

【0029】

磁性層9は、Co又はCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金等からなる。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W又はこれらの合

金である。磁性層 9 は、5 ～ 3 0 n m の範囲に選定された膜厚を有する。勿論、磁性層 9 は、単一層構造のものに限定されず、多層構造からなる構成であっても良いことは、言うまでもない。

【 0 0 3 0 】

保護層 1 0 は、例えば C からなる。又、潤滑層 1 1 は、磁気記録媒体を例えばスピンドルヘッド等の磁気トランスデューサと使用するための、有機物潤滑剤からなる。保護層 1 0 及び潤滑層 1 1 は、磁気記録媒体上の保護層構造を構成する。

【 0 0 3 1 】

交換層構造の下に設けられる層構造は、勿論図 1 に示すものに限定されない。例えば、下地層 5 は、C r 又は C r 系合金からなり、基板 1 上に 5 ～ 4 0 n m の範囲に選定された膜厚に形成し、交換層構造は、このような下地層 5 上に設けても良い。

【 0 0 3 2 】

次に、本発明になる磁気記録媒体の第 2 実施例を説明する。

【 0 0 3 3 】

図 2 は、本発明になる磁気記録媒体の第 2 実施例の要部を示す断面図である。同図中、図 1 と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 3 4 】

この磁気記録媒体の第 2 実施例では、交換層構造が、フェリ磁性多層構造を構成する、2 つの非磁性結合層 8、8 - 1 及び 2 つの強磁性層 7、7 - 1 からなる。このような構造を用いることにより、2 つの非磁性結合層 8、8 - 1 の磁化は、磁性層 9 の一部を打ち消すことなく、互いに打ち消し合うので、実効磁化及び信号を増大することが可能となる。この結果、磁性層 9 の粒子体積及び磁化の熱安定性が効果的に増大される。記録層の磁化容易軸の配向が好ましく保たれる限り、強磁性層と非磁性層の対からなる追加される 2 層構造により、実効的な粒子体積の増大を図ることができる。

【 0 0 3 5 】

強磁性層 7 - 1 は、強磁性層 7 と同様の材料からなり、膜厚も強磁性層 7 と同

様の範囲に選定される。又、非磁性結合層 8-1 は、非磁性結合層 8 と同様の材料からなり、膜厚も非磁性結合層 8 と同様の範囲に選定される。強磁性層 7, 7-1 間では、c 軸は実質的に面内方向に沿っており、粒子は柱状に成長する。

【0036】

本実施例では、強磁性層 7-1 の磁気異方性は、強磁性層 7 の磁気異方性より強く設定されている。強磁性層 7-1 の磁気異方性は、磁性層 9 の磁気異方性より強くても、弱くても、或いは、同じに設定されていても良い。要は、強磁性層 7 の磁気異方性がその上下の層 9, 7-1 よりも弱ければ良い。

【0037】

又、強磁性層 7 の残留磁化と膜厚の積は、強磁性層 7-1 の残留磁化と膜厚の積より小さく設定されている。

【0038】

図 3 は、Si 基板上に形成された膜厚 10 nm の単一の CoPt 層の面内磁気特性を示す図である。図 3 中、縦軸は磁化 (emu)、横軸は保磁力 (Oe) を示す。従来の磁気記録媒体は、図 3 に示す如き特性を示す。

【0039】

図 4 は、上記記録媒体の第 1 実施例の如く、膜厚が 0.8 nm の Ru 層で分離された 2 つの CoPt 層の面内磁気特性を示す図である。図 4 中、縦軸は残留磁化 (Gauss)、横軸は保磁力 (Oe) を示す。図 4 からわかるように、ループは保磁力近傍でシフトを生じ、反強磁性結合が発生していることがわかる。

図 5 は、膜厚が 1.4 nm の Ru 層で分離された 2 つの CoPt 層の面内磁気特性を示す図である。図 5 中、縦軸は残留磁化 (emu)、横軸は保磁力 (Oe) を示す。図 5 からわかるように、2 つの CoPt 層の磁化方向は平行である。

【0040】

図 6 は、上記第 2 実施例の如く、膜厚が 0.8 nm の Ru 層で分離された 2 つの CoCrPt 層の面内磁気特性を示す図である。図 6 中、縦軸は残留磁化 (emu/cc)、横軸は保磁力 (Oe) を示す。図 6 からわかるように、ループは保磁力近傍でシフトを生じ、反強磁性結合が発生していることがわかる。

【0041】

図3及び図4より、交換層構造を設けることにより、反平行結合を得られることがわかる。又、図5を、図4及び図6と比較することでわかるように、非磁性結合層8の膜厚は、反平行結合を得るためには、好ましくは0.4～1.0nmの範囲に選定される。

【0042】

従って、磁気記録媒体の第1及び第2実施例によれば、磁性層と強磁性層との間の非磁性結合層を介した交換結合により、解像度を犠牲にすることなく、実効粒子体積を増大させることができる。つまり、熱安定性の良い媒体を実現できるように、粒子体積から見ると、磁性層の見かけ上の膜厚を増加させることができる。又、下部の磁性層からの再生出力は打ち消されるため、有効な磁性層の膜厚は変わらない。このため、見かけ上の磁性層の膜厚は増加するが、有効な磁性層の膜厚は変化せずに薄くできるので、厚い媒体では得られない高分解能を得ることができる。この結果、媒体ノイズが低減され、且つ、熱安定性の向上された磁気記録媒体を得ることができる。

【0043】

次に、本発明になる磁気記憶装置の一実施例を、図7及び図8と共に説明する。図7は、磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図であり、図8は、磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図である。

【0044】

図7及び図8に示すように、磁気記憶装置は大略ハウジング13からなる。ハウジング13内には、モータ14、ハブ15、複数の磁気記録媒体16、複数の記録再生ヘッド17、複数のサスペンション18、複数のアーム19及びアクチュエータユニット20が設けられている。磁気記録媒体16は、モータ14により回転されるハブ15に取り付けられている。記録再生ヘッド17は、MRヘッドやGMRヘッド等の再生ヘッドと、インダクティブヘッド等の記録ヘッドとからなる。各記録再生ヘッド17は、対応するアーム19の先端にサスペンション18を介して取り付けられている。アーム19はアクチュエータユニット20により駆動される。この磁気記憶装置の基本構成自体は周知であり、その詳細な説

明は本明細書では省略する。

【0045】

磁気記憶装置の本実施例は、磁気記録媒体16に特徴がある。各磁気記録媒体16は、図1及び図2と共に説明した、上記磁気記録媒体の第1実施例又は第2実施例の構造、或いは、図9以降と共に後述する磁気記録媒体の第3実施例の構造を有する。勿論、磁気記録媒体16の数は3枚に限定されず、1枚でも、2枚又は4枚以上であっても良い。

【0046】

磁気記憶装置の基本構成は、図7及び図8に示すものに限定されるものではない。又、本発明で用いる磁気記録媒体は、磁気ディスクに限定されない。

【0047】

ところで、図1に示す第1実施例のような交換層構造を有する磁気記録媒体において、非磁性結合層8にRuを用い、磁性層9にCoCr系合金を用いた場合、これらの層8、9は共にhcp構造を有する。磁気記録媒体の保磁力及び分解能の両方を高くするためには、hcp構造のc軸が基板1の表面に対して平行であることが望ましい。強磁性層7にCoCr系合金を用いた場合、強磁性層7はhcp構造の合金からなる(002)面に配向した中間層6上にエピタキシャル成長されるので、強磁性層7のc軸の面内配向性は良好である。

【0048】

これに対し、非磁性結合層8に用いるRuは、CoCr系合金と同様にhcp構造を有するが、Ruの格子定数はCoCr系合金の格子定数に比べると約5%程度広い。このため、強磁性層7と非磁性結合層8との間、或いは、非磁性結合層8と磁性層9との間で、エピタキシャル成長が格子不一致のため若干阻害されることもある。このように、格子不一致のためにエピタキシャル成長が若干阻害されると、磁気記録媒体の保磁力の低下したり、CoCr系合金のc軸の面内配向性が不安定になったりする。

【0049】

そこで、RuとCoCr系合金との間のエピタキシャル成長を改善し、磁気記録媒体の保磁力の増大とCoCr系合金のc軸の面内配向性を改善すると共に、

磁気記録媒体の主に記録分解能特性を改善可能とする実施例を以下に説明する。

図9は、本発明になる磁気記録媒体の第3実施例の要部を示す断面図である。

磁気記録媒体は、非磁性基板16、シード層17、Cr系合金からなる下地層18、非磁性中間層19、強磁性層20、非磁性結合層21、磁性層22、保護層23及び潤滑層24が、図9に示すようにこの順序で積層された構造を有する。

【0050】

非磁性基板16は、例えばAl合金又はガラスからなる。非磁性基板16は、テクスチャ処理を施されていても、施されていなくても良い。シード層17は、非磁性基板16がAl合金からなる場合には、めっきにより形成されたNiPからなる。このNiPシード層17は、テクスチャ処理を施されていても、施されていなくても良い。又、非磁性基板16がガラスからなる場合には、シード層17は、NiAl、FeAlなどのB2構造を有する金属間化合物材料からなる。

【0051】

非磁性中間層19は、磁性層22のエピタキシャル成長、粒子サイズ分布幅の減少、及び磁気記録媒体の記録面と平行な面に沿った磁性層22の異方性軸（c軸、磁化容易軸）の配向を促進するために設けられている。この非磁性中間層19は、CoCr-M1等のhcp構造を有する合金からなり、約1～5nmの範囲に選定された膜厚を有する。ここで、M1=B, Mo, Bn, Ta, W又はこれらの合金である。

【0052】

強磁性層20は、Co, Ni, Fe, Co系合金, Ni系合金, Fe系合金等からなる。つまり、CoCrTa, CoCrPt, CoCrPt-M2を含むCo系合金を強磁性層20に用いることができる。ここで、M2=B, Mo, Nb, Ta, W又はこれらの合金である。この強磁性層20は、約2～10nmの範囲に選定された膜厚を有する。

【0053】

非磁性結合層21は、Ru-M3なるhcp構造を有する合金からなる。ここ

で、 $M3 = Co, Cr, Fe, Ni, Mn$ 又はこれらの合金である。非磁性結合層21は、例えば約0.4～1.0 nmの範囲に選定された膜厚を有し、好ましくは約0.6～0.8 nmの膜厚を有する。非磁性結合層21の膜厚をこのような値に選定することにより、強磁性層20及び磁性層22の磁化方向が互いに反平行となる。このように、強磁性層20及び非磁性結合層19は、交換層構造を構成する。

【0054】

磁性層22は、 Co 又は $CoCrTa, CoCrPt, CoCrPt-M4$ を含む Co 系合金からなる。ここで、 $M4 = B, Mo, Nb, Ta, W$ 又はこれらの合金である。この磁性層22は、約5～30 nmの範囲に選定された膜厚を有する。勿論、磁性層22は単一層構造のものに限定されず、多層構造を有しても良いことは、言うまでもない。

【0055】

保護層23は、 C 又は DLC からなる。又、潤滑層24は、磁気記録媒体を例えばスピナルヘッド等の磁気トランスデューサを使用するための、有機物潤滑剤からなる。保護層23及び潤滑層24は、磁気記録媒体の保護層構造を構成する。

【0056】

上記の如く、非磁性結合層21は、 $Ru-M3$ なる合金からなり、 $M3 = Co, Cr, Fe, Ni, Mn$ 又はこれらの合金である。本実施例では、 Ru に添加される元素 $M3$ の添加量は、安定な hcp 構造が保たれるように、次の如き組成範囲が望ましい。 Ru に添加される添加元素 $M3$ に続く括弧内の数値は、原子% (at%)を示す。

【0057】

$Ru-Co$ (0～50 at%)

$Ru-Cr$ (0～50 at%)

$Ru-Fe$ (0～60 at%)

$Ru-Ni$ (0～10 at%)

$Ru-Mn$ (0～50 at%)

図10は、図9に示す磁気記録媒体の非磁性結合層21に純Ruを用いた場合に得られる磁化曲線を示す図である。同図中、縦軸は磁化 M （任意単位）、横軸は磁界 H （kOe）を示す。同図に示す磁化曲線は、振動試料型磁力計によって、試料面、即ち、磁気記録媒体の記録面に平行に磁界を印加しながら測定した。強磁性20と磁性層22が反平行に結合する領域が存在するために、磁化曲線にはくびれが生じている。

【0058】

又、非磁性結合層21にRu-M3なる合金を用いた場合に得られる磁化曲線も同じようにして測定した。非磁性結合層21にRu-M3なる合金を用いた場合も、図10の場合と同様に、強磁性20と磁性層22が反平行に結合する領域が存在するために、磁化曲線にはくびれが生じることが確認された。

【0059】

尚、図10において、第1象限及び第4象限において、くびれより高磁界側の磁化曲線における直線部分を磁界軸に外挿し、磁界軸との交点を面内保磁力 $H_{c//}$ と定義する。

【0060】

図11は、図10のデータを測定した磁気記録媒体に対して、試料面に対して垂直方向に磁界を印加しながら、垂直カー（Kerr）ルーパーにより測定した磁化曲線を示す図である。図11中、縦軸はカー回転（度）、横軸は垂直磁界（Oe）を示す。垂直保磁力 $H_{c\perp}$ は、図11にその定義を示す。

【0061】

磁性層22の磁化容易軸の面内配向性の程度は、 $(H_{c\perp}) / (H_{c//})$ なる比によって評価することができる。この比 $(H_{c\perp}) / (H_{c//})$ が小さい程、磁性層22の面内配向性が良好であることを示す。

【0062】

非磁性結合層21に各種材料を用いた場合の面内保磁力 $H_{c//}$ 及び比 $(H_{c\perp}) / (H_{c//})$ の測定結果を以下に示す。尚、各種材料に対する面内保磁力 $H_{c//}$ は、純Ruを非磁性結合層21に用いた場合の面内保磁力 $H_{c//}$ を1とした場合の相対値で示す。

非磁性結合層 21	Hc// (相対値)	(Hc⊥) / (Hc//)
Ru	1	0.33
Ru-Co (20 at %)	1.10	0.23
Ru-Cr (20 at %)	1.05	0.25
Ru-Fe (20 at %)	1.07	0.28
Ru-Mn (20 at %)	0.96	0.30
Ru-Ni (10 at %)	0.94	0.30

このように、本実施例によれば、Ru-M3のいずれの合金を非磁性結合層 21 に用いた場合でも、純Ruを用いた場合と比較して比 (Hc⊥) / (Hc//) の値に改善が確認された。このような磁性層 22 の面内配向性の改善により、記録分解能が約 1.5 ~ 2.5 % 向上することも確認された。

【0063】

又、非磁性結合層 21 に用いるRuのhcp構造の(002)面の間隔が、上下に位置する強磁性層 20 及び磁性層 22 と最悪の場合で約 8 %、通常は最大 5 % 程度の格子不整合を生じていても、上記の如く元素M3をRuに添加することで、格子不整合を約 6 % 以下、好ましくは 2 % 以下に減少可能であることが確認された。更に、Ruに添加可能な元素M3としては、上記Co, Cr, Fe, Ni, Mn又はこれらの合金が好ましいが、これらに限定されず、例えばIr, Mo, Nb, Pt, Rh, Ta, Ti, V, W又はこれらの合金を用いて格子不整合の調整を行っても良い。

【0064】

尚、本実施例は、上記磁気記録媒体の第2実施例の構成にも同様にして適用可能であることは、言うまでもない。

【0065】

以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、種々の変形及び改良が可能であることは、言うまでもない。

【0066】

【発明の効果】

本発明によれば、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行えると共に、特に磁性層の面内配向性の向上により記録分解能の向上が可能な磁気記録媒体及び磁気記憶装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明になる磁気記録媒体の第 1 実施例の要部を示す断面図である。

【図 2】

本発明になる磁気記録媒体の第 2 実施例の要部を示す断面図である。

【図 3】

S i 基板上に形成された膜厚 1 0 n m の単一の C o P t 層の面内磁気特性を示す図である。

【図 4】

膜厚が 0 . 8 n m の R u 層で分離された 2 つの C o P t 層の面内磁気特性を示す図である。

【図 5】

膜厚が 1 . 4 n m の R u 層で分離された 2 つの C o P t 層の面内磁気特性を示す図である。

【図 6】

膜厚が 0 . 8 n m の R u 層で分離された 2 つの C o C r P t 層の面内磁気特性を示す図である。

【図 7】

本発明になる磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図である。

【図 8】

磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図である。

【図 9】

本発明になる磁気記録媒体の第 3 実施例の要部を示す断面図である。

【図 1 0】

磁気記録媒体の非磁性結合層に純Ruを用いた場合に得られる磁化曲線を示す図である。

【図 1 1】

試料面に対して垂直方向に磁界を印加しながら、垂直カーラーパーにより測定した磁化曲線を示す図である。

【符号の説明】

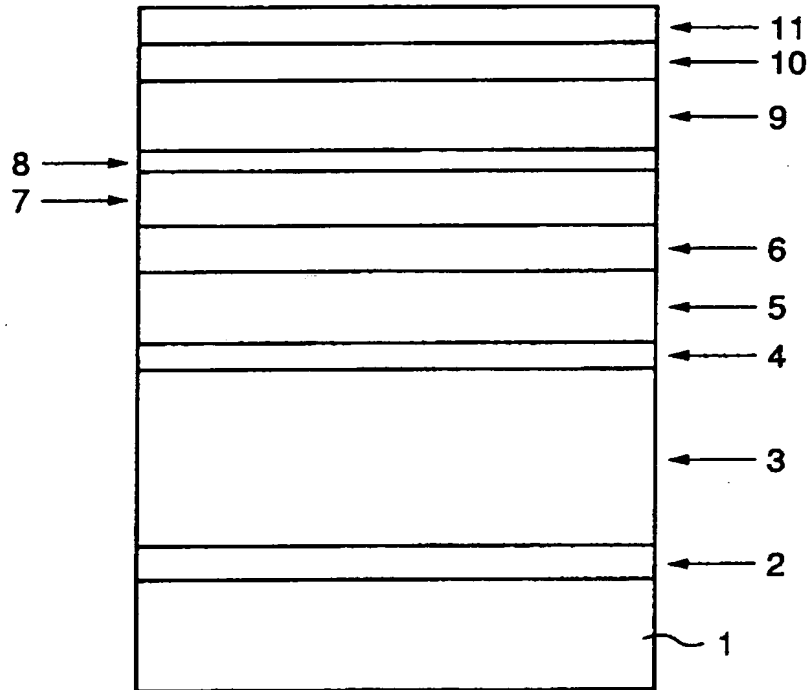
- | | |
|-----|--------|
| 1 6 | 基板 |
| 1 7 | シード層 |
| 1 8 | 下地層 |
| 1 9 | 非磁性中間層 |
| 2 0 | 強磁性層 |
| 2 1 | 非磁性結合層 |
| 2 2 | 磁性層 |
| 2 3 | 保護層 |
| 2 4 | 潤滑層 |

【書類名】

図面

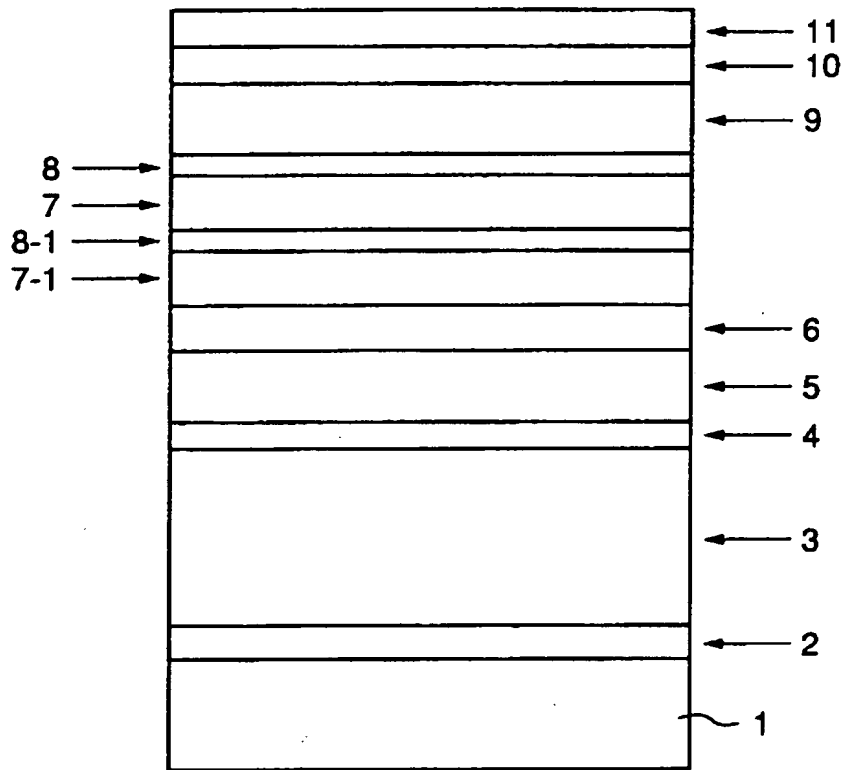
【図 1】

本発明になる磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図



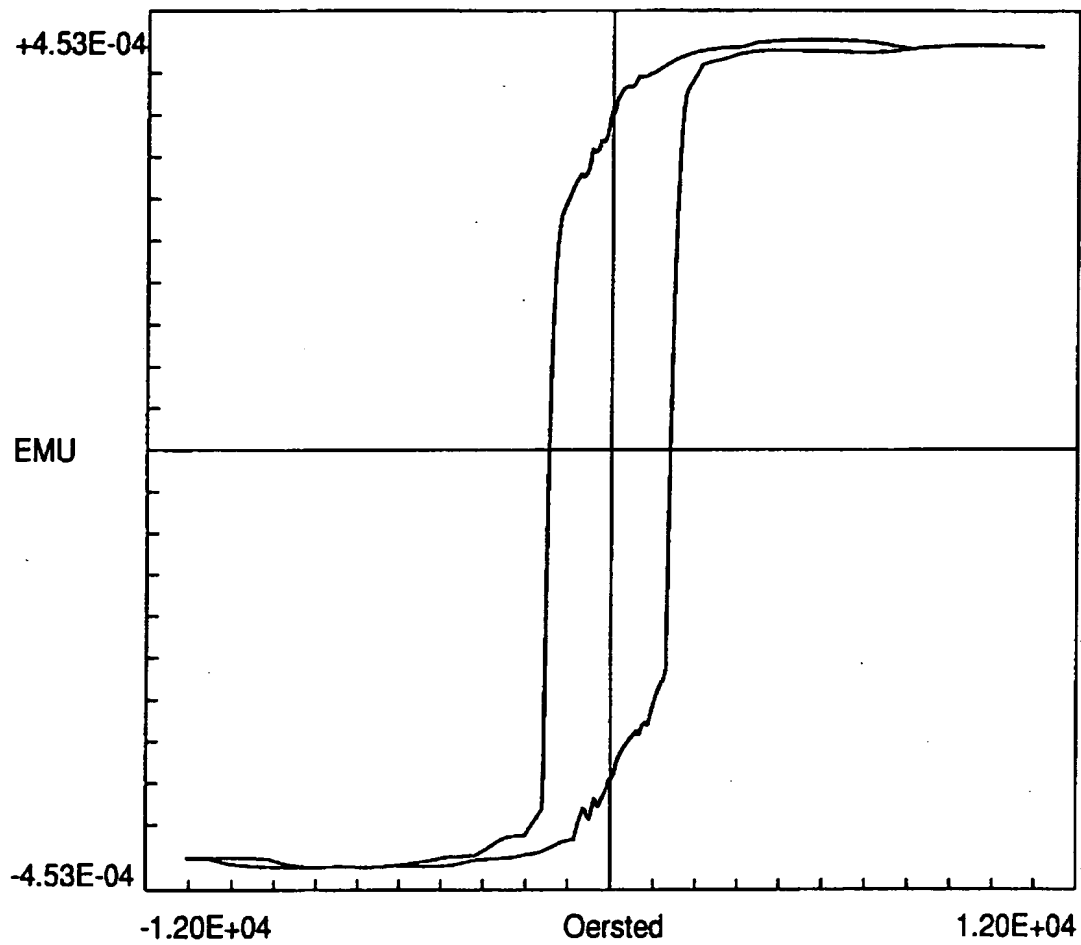
【図 2】

本発明になる磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図



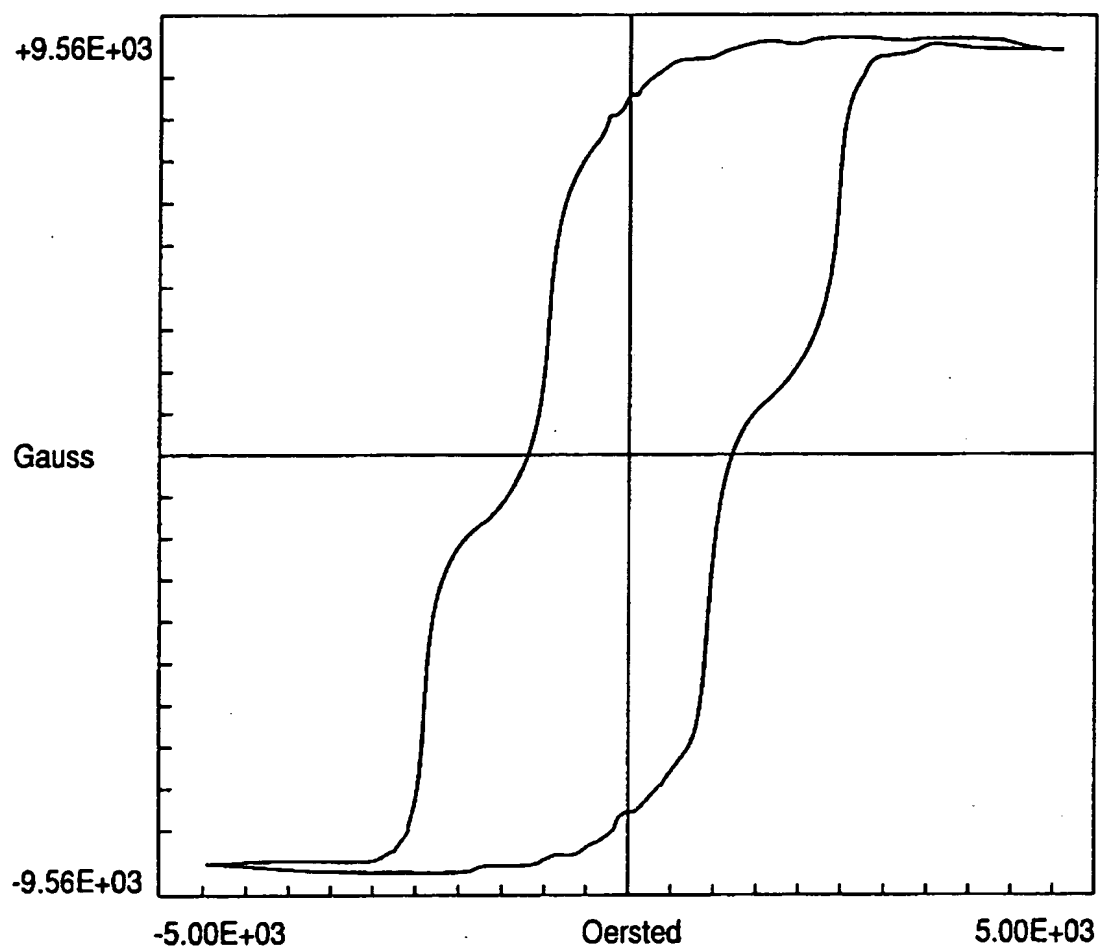
【図3】

Si基板上に形成された膜厚10nmの単一のCoPt層の面内磁気特性を示す図



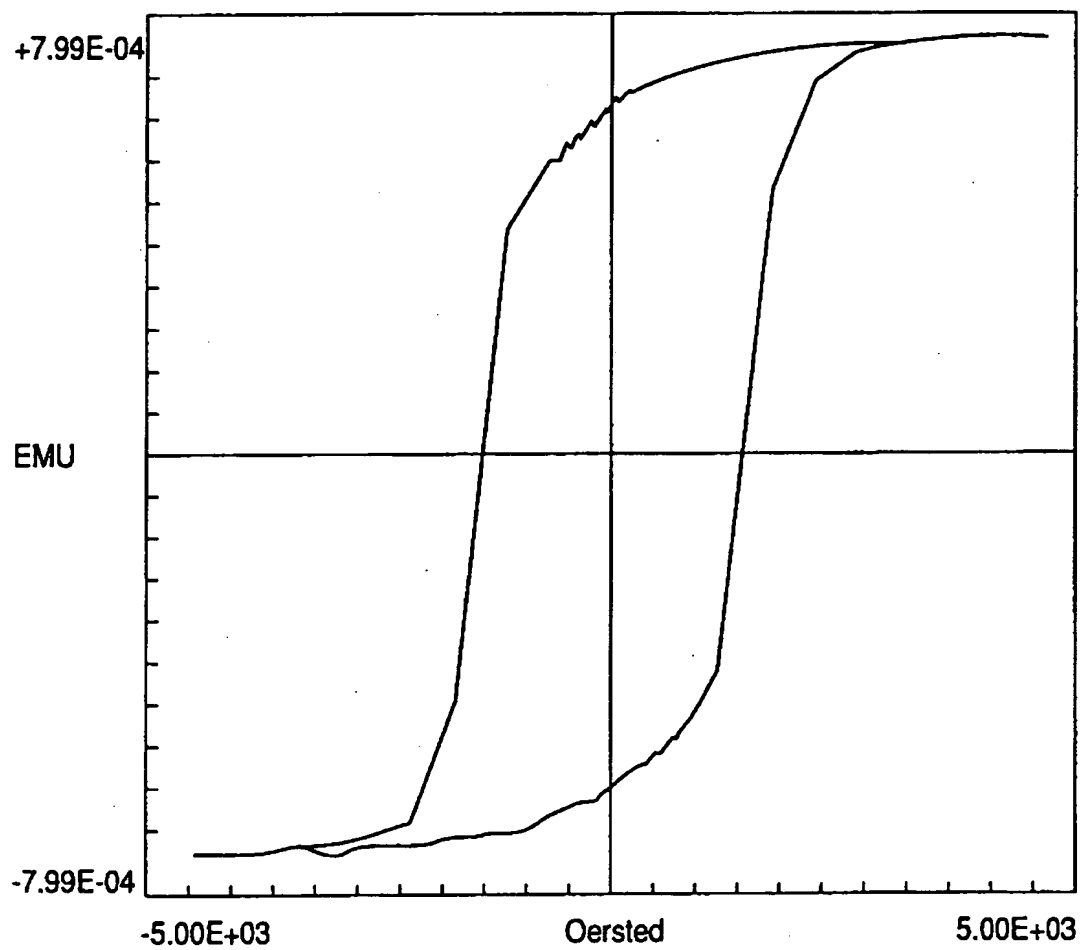
【図 4】

膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図



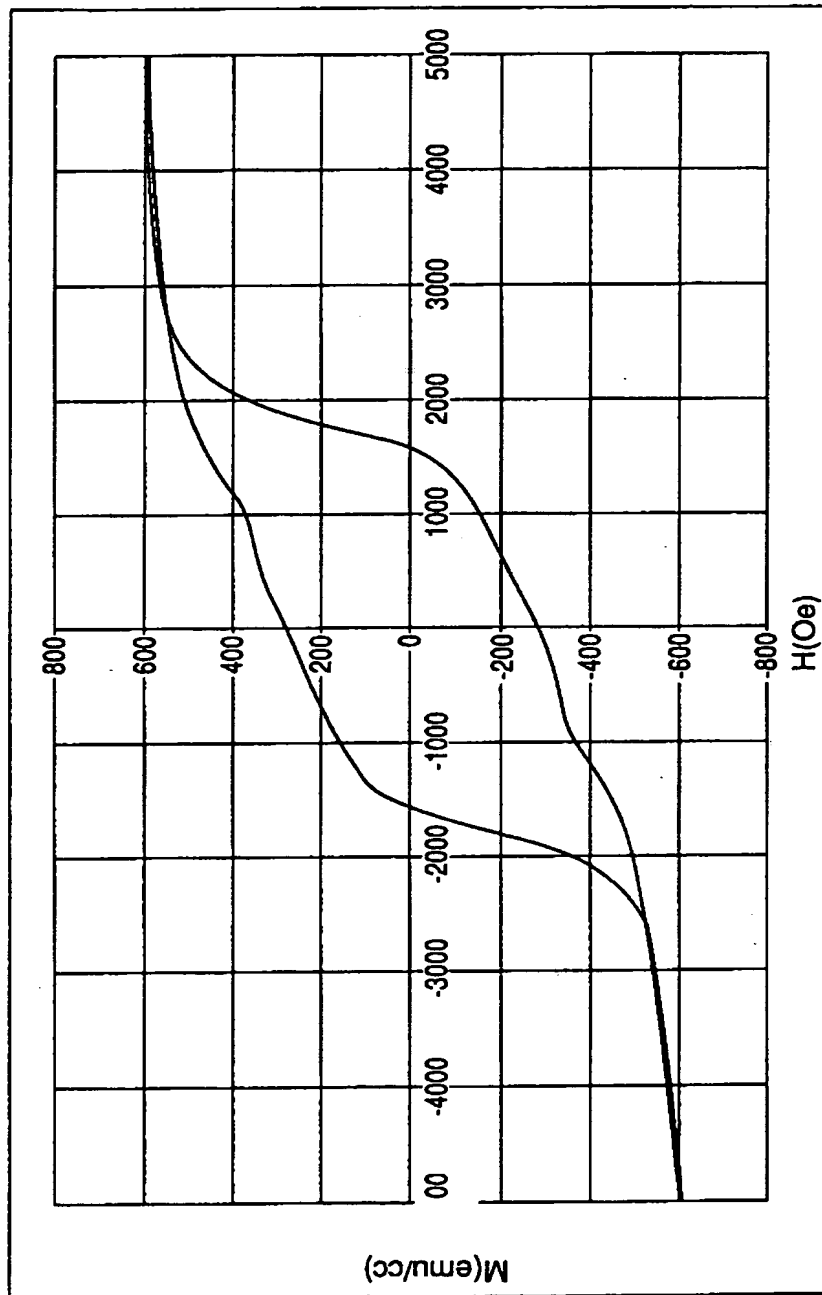
【図 5】

膜厚が1.4nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図



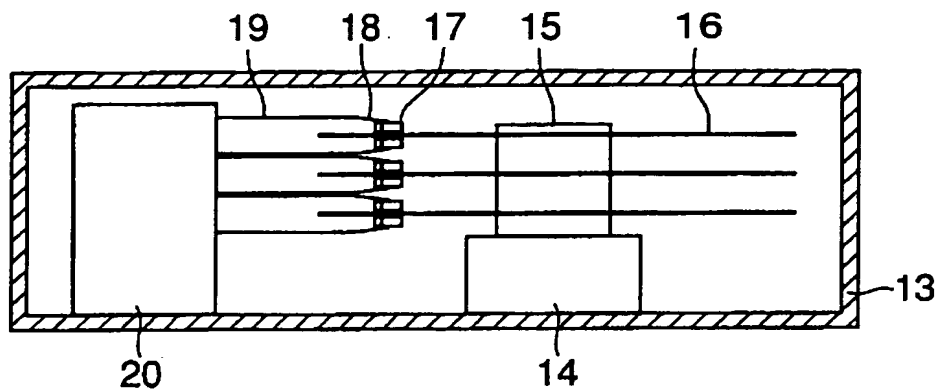
【図 6】

膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoCrPt層の面内磁気特性を示す図



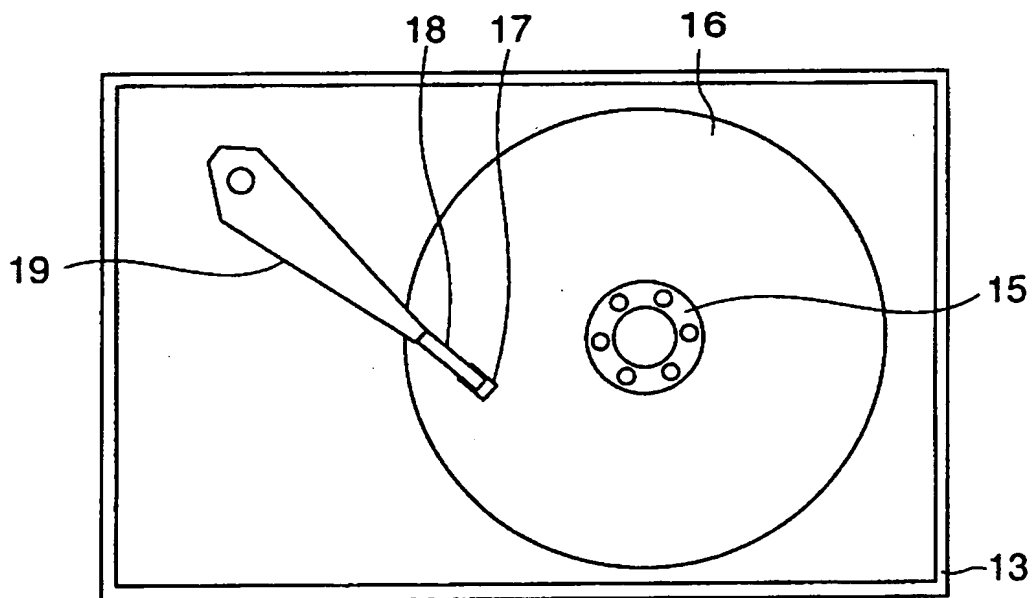
【図 7】

本発明になる磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図



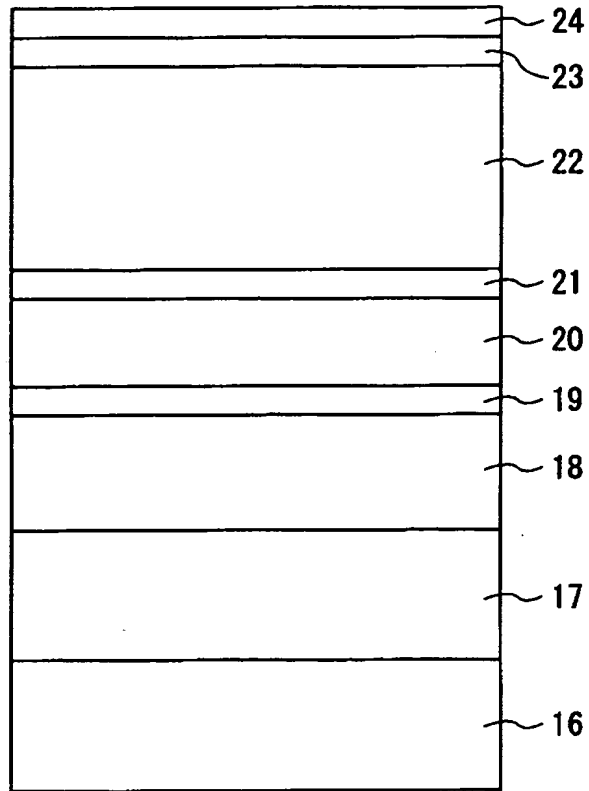
【図 8】

磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図



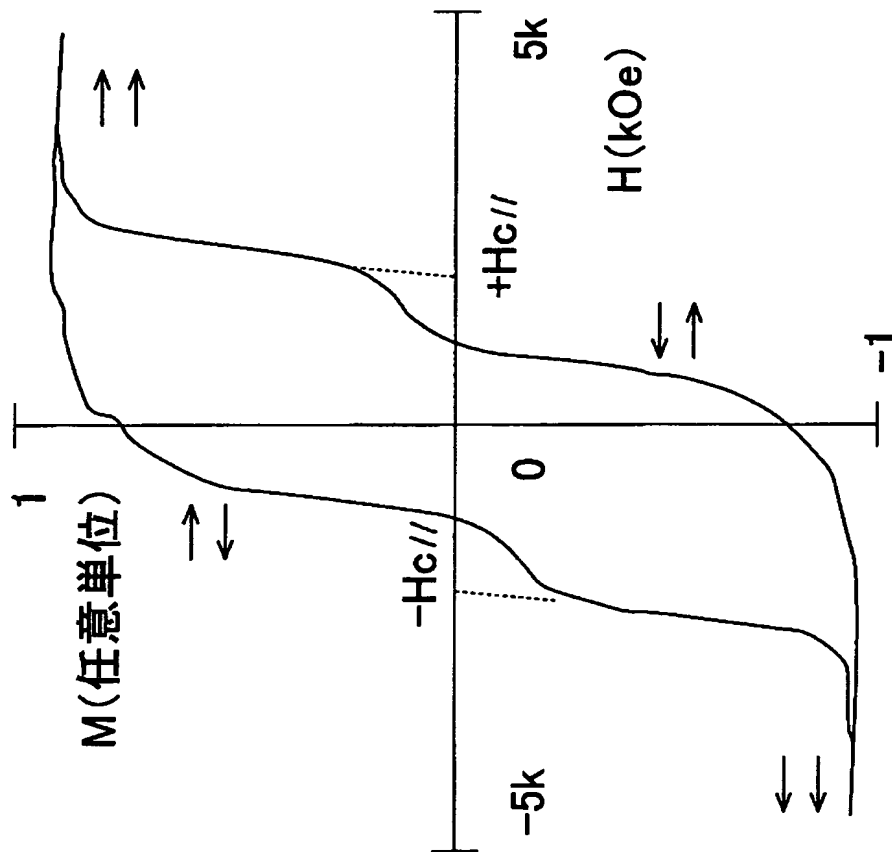
【図 9】

本発明になる磁気記録媒体の第 3 実施例の要部を示す断面図



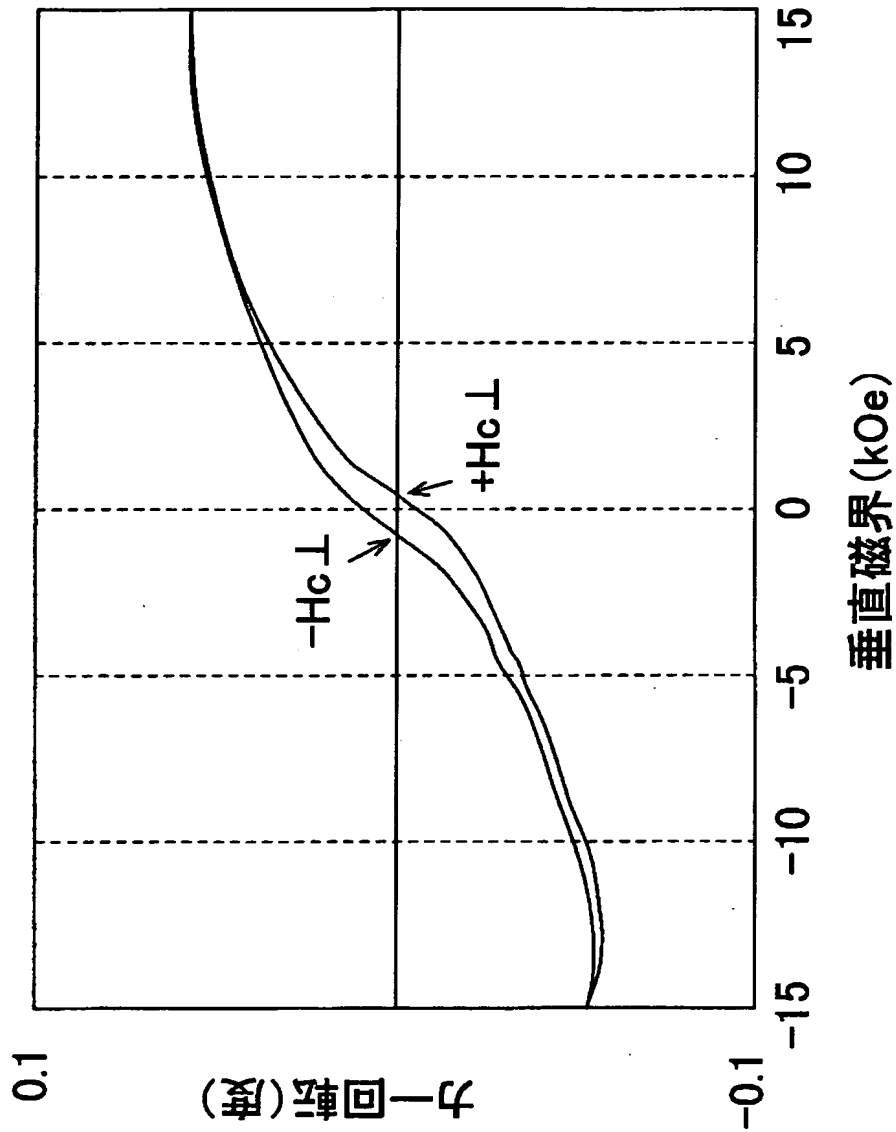
【図10】

磁気記録媒体の非磁性結合層に純Ruを用いた場合に得られる磁化曲線を示す図



【図 1 1】

試料面に対して垂直方向に磁界を印加しながら、
垂直カールーパーにより測定した磁化曲線を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は磁気記録媒体及び磁気記憶装置に関し、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行えると共に、特に磁性層の面内配向性の向上により記録分解能の向上を可能とすることを目的とする。

【解決手段】 少なくとも1つの交換層構造と、交換層構造上に設けられた磁性層とを備え、交換層構造は、強磁性層と、強磁性層上で、且つ、磁性層下に設けられた非磁性結合層とからなり、強磁性層及び磁性層は互いに磁化方向が反平行であり、非磁性結合層は、元素又は合金M3が添加されたRu-M3なる合金からなり、非磁性結合層とその上下の磁性層と強磁性層との格子不整合をM3の添加により約6%以下に調整されているとなるように構成する。

【選択図】 図9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社